

類 科：機械工程
科 目：流體力學與工程力學
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、今有一金屬球因重力作用在一黏性流體中以等速沉降。假設該球之沉降速度 V 較低，使得其運動方程式中之慣性力遠小於黏性力，故 V 只受流體之動力黏滯係數 (dynamic viscosity) μ ，以及金屬球之直徑 D 和單位體積淨受力 $(\rho_b - \rho_l)g$ 影響。前式中 ρ_b 與 ρ_l 分別為金屬球和流體之質量密度， g 為重力加速度。

(一)利用因次分析 (dimensional analysis)，試求沉降速度 V 與前述各參數 [亦即 $\mu, D, (\rho_b - \rho_l)g$] 之關係式。(15 分)

(二)設若一鐵球之比重 (specific gravity) 為 7.9，直徑為 0.3 cm，且在某一比重為 1.5 之流體中以某速度等速沉降。今若將鐵球換成比重 2.7 之鋁球，且欲使鋁球在相同流體中之沉降速度與原鐵球相同，試求鋁球應有之直徑。(5 分)

二、如圖 1 所示，今有一圓形截面管，其長度 $L = 1.2$ m，直徑 $d = 0.003$ m，內壁粗糙度 (equivalent roughness) $\varepsilon = 0.045$ mm，同時水從一自由液面高度 H 恆定且直徑 $D = 0.172$ m 之容器經此圓管排出。假設圓管入口區之次要損失 (minor loss) 可以忽略，且管內截面平均流速 $V = 2$ m/s，試求容器內自由液面相對於圓管中心線之高度 H 。提示：水之運動黏滯係數 $\nu = 1.12 \times 10^{-6}$ m²/s，同時管流摩擦因子 (friction factor) f 可利用下式計算：

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1.8 \log \left[\left(\frac{\varepsilon / d}{3.7} \right)^{1.11} + \frac{6.9}{\text{Re}} \right],$$

式中 Re 為雷諾數 (Reynolds number)。(15 分)

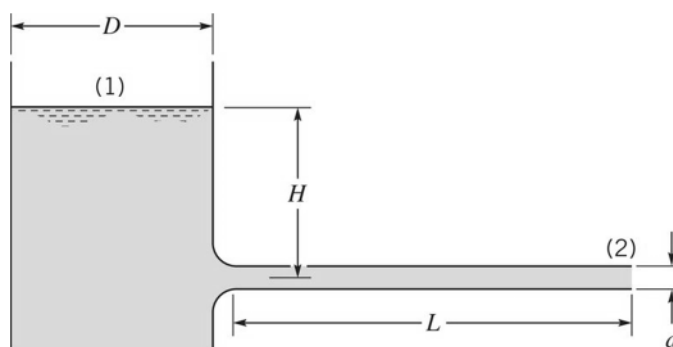


圖 1

三、如圖 2 所示，一根四分之一圓之懸臂梁外側面承受均勻壓力負載 p ，壓力 p 以單位弧長所受的力表示。試計算該懸臂梁固定支撐點 (fixed support) A 承受的正向力 N_A 、剪力 V_A 及彎曲力矩 M_A 。(15 分)

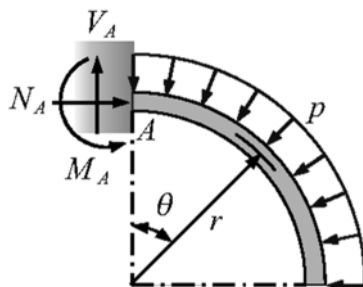


圖 2

四、如圖 3 所示，一丁字形角鐵由兩根相同質量 m 及長度 L 的均質圓棒銲接而成，其平面與鉛垂面平行，端點 A 銷支承 (pin support) 於天花板，端點 A 與質心 G 連線的水平傾角為 θ 。丁字形角鐵於 $\theta = 0^\circ$ 處靜止釋放，重力加速度以符號 g 表示。試問：

- (一) 丁字形角鐵質心距 \overline{AG} 及對 A 點的轉動慣量 (moment of inertia of mass)。(10 分)
- (二) 當 $\theta = 90^\circ$ 時，銷支承 A 施予丁字形角鐵的水平力及鉛垂力各是多少？(15 分)

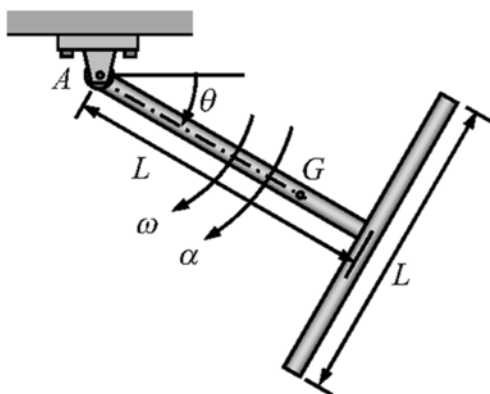


圖 3

五、如圖 4(a)所示，兩個尺寸、材質相同的均勻圓柱體堆疊於無摩擦地板。兩者的截面積為 A 、彈性係數為 E 及單位體積的重量為 $\gamma = \rho g$ ，此處， ρ 為質量密度， g 為重力加速度。若兩圓柱體未受應力作用前的原始長度為 L ，參考圖 4(b)所示，試問：

(一)兩圓柱體在 x_1 及 x_2 截面的軸向壓力 $F_1(x_1)$ 與 $F_2(x_2) = ?$ (10 分)

(二)兩圓柱體受重力壓縮後的長度分別減少 Δ_1 與 $\Delta_2 = ?$ (15 分)

(提示：單軸應力、變形關係 $\epsilon_x = \frac{du}{dx} = \frac{\sigma_x}{E}$ ， σ_x 、 ϵ_x 與 u 為單軸應力、應變及位移。)

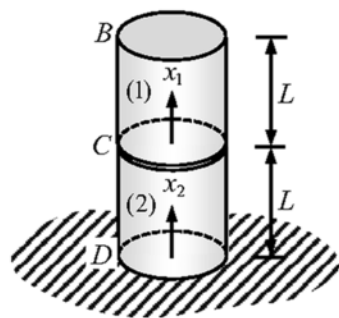


圖 4(a)

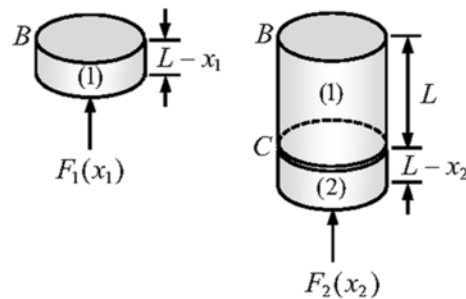


圖 4(b)